

ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГРОВЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Гледко Ю.А., Соколовская Я.А.

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: gledko74@mail.ru, yrichka@mail.ru

Изучение механизмов формирования гроз является важной задачей, как с фундаментальной, так и с прикладной точки зрения. Грозы являются существенной составляющей глобальной электрической цепи, объединяющей атмосферу и Землю. Электростатические силы сильно влияют на эволюцию динамических и микрофизических характеристик облаков и осадков, и на перенос тепла и влаги в атмосфере. Изучение гроз поможет составить полную картину целого ряда процессов, происходящих в атмосфере.

Известно, что грозы оказывают влияние на жизнь, здоровье и хозяйственную деятельность человека, причем, как правило, негативное. Обеспечение эффективной грозозащиты, в том числе путем активных воздействий на облака и осадки, возможно только при знании физических механизмов, ответственных за формирование гроз, а также при наличии хорошо разработанных методов их прогноза.

К настоящему времени окончательная физическая картина формирования молниевых разрядов в конвективных облаках до сих пор еще не составлена и требует доработки, не изучен до конца процесс формирования и прогнозирования гроз, поэтому проведенные исследования весьма актуальны в современных условиях.

Гроза – атмосферное явление, при котором наблюдаются многократные электрические разряды (молнии) между облаками или между облаками и землей, сопровождаемые звуковым явлением – громом [3]. Для возникновения грозы необходимо, чтобы в атмосфере существовало сильное электрическое поле, причем разноименные заряды должны быть разделены в пространстве. Системой обеспечивающей такие условия являются кучево-дождевые облака.

Вместе с тем не все грозы по механизму их формирования одинаковые, выделяют 2 вида гроз: фронтальные и внутримассовые. Первые образуются на атмосферных фронтах, а вторые – в процессе нагревания воздуха от подстилающей поверхности [1].

Образование гроз на территории Беларуси в большинстве случаев (~85%) связано с прохождением фронтов, чаще всего холодных (55%). Значительно реже грозы формируются при прохождении теплых фронтов и фронтов окклюзии (примерно по 15% гроз на каждый из этих видов) [2]. Они возникают вследствие мощного подъема теплого воздуха по клину холодного воздуха, т.е. происходит вынужденная конвекция. В результате в передней части холодного фронта в теплое время года образуются мощные кучево-дождевые (грозовые) облака с ливнями, нередко с градом и со шквалами, достигающими ураганной силы [1].

Практически все методы прогноза гроз основаны на использовании данных аэрологического зондирования атмосферы, а поскольку в Беларуси аэрологическое зондирование проводится редко, то для прогноза грозных явлений на территории нашей страны такие методы не подходят.

Ранее прогноз в основном осуществлялся по данным [метеорологических радиолокаторов](#) и грозопеленгаторов. Эти приборы фиксируют уже возникшие грозовые очаги, помогают определить их перемещение, а, следовательно, и дать предупреждение о приближающейся грозе за несколько часов до ее прихода в интересующий нас населенный пункт. Помогают в оценке условий появления гроз и местные признаки, в первую очередь характерные для гроз кучево-дождевые облака.

Одним из наиболее новых методов прогнозирования гроз, который только начал развиваться в Беларуси, является численное моделирование данного процесса. Для изучения грозных явлений была выбрана система численного моделирования погоды WRF (Weather Research and Forecasting), которая хорошо себя зарекомендовала во многих странах мира. Для моделирования в программе WRF было выбрано несколько случаев гроз разных видов. Наибольшее значение для работы имела параметризация грозных явлений в WRF. Параметризация – способ представления местных физических процессов во время расчетов для мелкого масштаба, с помощью математических формулировок. В программе WRF нельзя сделать параметризацию происходящих электрических процессов, поэтому проводилась параметризация конвекции и конвективной облачности.

Наибольшее значение для работы имела параметризация микрофизических процессов. Параметризации остальных показателей (радиационных процессов, особенностей подстилающей поверхности и других) были стандартными, так как дают хорошие результаты для Беларуси.

Поскольку программа WRF непосредственно не может вычислять электрические разряды, то для определения наличия грозы были выбраны косвенные признаки, которые характеризуют благоприятные условия для их возникновения. Признаками формирования грозы являются [4, 5, 6]:

1. Резкое падение температуры с высотой.
2. Наличие ледяной фазы в облаке (в верхней его части).
3. Мощная конвекция – скорость конвекции должна быть больше 10 м/с.
4. Температура на уровне основания облака должна быть выше 0°C.

Для фронтальных гроз также характерны дополнительные признаки возникновения [9]:

1. Большие вертикальные сдвиги ветра.
2. Небольшие поперечные циркуляции, которые в квазигеострофическом приближении являются компенсационными по отношению к фронтогенетическому и фронтолитическому эффекту горизонтального поля ветра.
3. Интенсивная турбулентность.
4. Полосовая структура полей температуры и ветра.

Причем все названные условия должны возникать одновременно т.к. они характеризуют благоприятные условия для формирования гроз. Индикаторами таких условий могут служить и индексы неустойчивости (Kindex, CAPE, SWEAT), которые также были рассчитаны при помощи данной модели.

В результате проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что использование системы численного моделирования погоды WRF позволяет достаточно точно спрогнозировать ожидаемые благоприятные для возникновения гроз метеоусловия. По результатам моделирования можно судить о состоянии атмосферы. Расчеты включают в себя построение полей давления и температуры, построение вертикальных профилей температуры, расчет скорости конвекции, количества воды в разных ее фазах в атмосфере. Единственным недостатком данного метода в настоящее время является достаточно большое количество времени, для проведения необходимых расчетов и обработки полученных результатов человеком.

Результаты расчетов были проверены с помощью использования спутниковой информации. Данные спутников согласуются с данными, полученными при моделировании.

Каждая модель нуждается в адаптации к условиям определенной территории, поэтому в ходе дальнейших исследований планируется для развития прогнозирования гроз попробовать использовать другие параметризации конвекции и микрофизики для того, чтобы впоследствии автоматизировать процесс распознавания грозовых очагов по результатам расчета системы WRF.

Список использованных источников

1. *Ермаков В.И.* Физика грозовых облаков. М, 2004.
2. *Логинов В.Ф.* Географические особенности распределения гроз и шквалов на территории Беларуси/ Природопользование. Сб. науч.тр. – 2004. Вып. 15.
3. *Хромов П.С.* Метеорологический словарь. Л., 1974.
4. *Шакина Н.П.* Мезомасштабная структура и динамика атмосферных фронтов и циклонов средних широт. О., 1977.
5. *Шишкин Н.С.* Облака, осадки и грозное электричество. М., 1954.
6. *Aarnout van Delden.* The synoptic setting of thunderstorms in western Europe. Netherlands, 2001.